UniCEUB – Centro Universitário de Brasília

FAET – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Curso de Engenharia da Computação

Projeto Final

Aplicação do Sistema de Monitoramento Unidirecional Residencial

Aluno: Cristiane Xavier Ra 9965707

Orientador: Professor Claudio Penedo de Albuquerque

Brasília, DF – Junho 2005.

UniCEUB – Centro Universitário de Brasília

FAET – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Curso de Engenharia da Computação

Projeto Final

Aplicação do Sistema de Monitoramento Unidirecional Residencial

por

Cristiane Xavier
Ra 9965707

Trabalho Final de Graduação

Professor Claudio Penedo de Albuquerque
Orientador

Agradecimentos

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por estar presente em todas as horas na minha vida, me conduzindo sempre para melhor caminho e me iluminando nas horas difíceis.

Aos meus queridos pais, Hamilton Xavier e Maria Aparecida Xavier, pela oportunidade e pela confiança creditada.

A minha querida irmã, pelas palavras de apoio e pelo incentivo ao longo dos cinco anos de faculdade.

Ao meu namorado Daniel Lessa que acompanhou os momentos mais difíceis da minha jornada acadêmica, vivendo momentos de alegria e tristeza, mas acima de tudo, vivendo estes momentos juntos.

Aos meus queridos colegas de sala, e amigas de infância por terem me apoiado e terem estado sempre ao meu lado em todos os momentos desse projeto.

Aos meus colegas de trabalho, pela ajuda nesse empreendimento.

A todos os professores que compartilharam comigo esses cinco anos de curso contribuindo com seus conhecimentos para o nosso crescimento profissional e pessoal. Em particular, ao Professor Claudio Penedo de Albuquerque pelo conhecimento técnico concebido, pela paciência e principalmente por sua orientação, me direcionando sempre para o caminho correto.

Resumo

Este projeto aborda a implementação de um software em computador e em telefone celular GSM, a ser empregado no monitoramento de eventos ocorridos dentro de uma propriedade, como uma residência, por exemplo. O monitoramento dá-se através de envio de mensagens de alerta ao dono da propriedade através de serviço SMS.

Para desenvolver essa pesquisa, tornou-se necessário um estudo aprimorado das tecnologias GSM, Bluetooth e SMS, bem como de suas respectivas características e funcionalidades.

Pesquisas de mercado foram realizadas para a possível aquisição de aparelhos móveis necessários ao projeto, também foi pesquisada a inclusão de uma nova solução para a substituição desses equipamentos de custos elevados.

Atua-se neste trabalho no sentido de empregar de forma conjunta todas essas tecnologias já disponíveis, de forma a implementar um sistema de monitoramento de propriedades.

Desta forma, eventos ocorridos dentro da propriedade serão notificados ao proprietário, pelo seu telefone celular.

Toda a programação desenvolvida neste projeto é realizada em linguagem Java.

Palavras-Chave: Bluetooth, GSM, SMS.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Símbolos

ACK	Acknowledge
AMPS	Advanced Mobile Phone System
AuC	Authentication Center
BS	Base Station
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station System
BSKP	Binary Phase Shift Keying
BTS	Base Transceiver Station
CDC	Connected Device Configuration
CDMA	Code Division Multiple Access
CLDC	Connected Limited Device Configuration
CPP	Command Pocket Protocol
DAMPS	Digital Advanced Mobile Phone System
DMA	Direct Memory Access
E/S	Entrada e Saída
ECP	Exetended Capabilities Port
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
EIR	Equipment Identity Register
EPC	Extend Capability Port
EPP	Enhanced Parallel Port
FCC	Federal Communication Commission

FDMA	Frequency Division Multiple Access
FHS	Frequency Hopping Synchronization
FIFO	First in First Out
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
I/O	Input and Output
IEEE	Institute Of Electrical and Electronic Engineers
IMEI	International Moblie Station Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IMSI	International Moblie Station Identity
IS-54	Interim Standard 54
ISM	Industrial, Scientific, and Medical Band
J2ME	Java 2 Micro Edition
Kbps	Kilo Bytes por Segundo
Mb/s	Mega Bytes por segundo
MIDP	Mobile Information Device Profile
MMS	Multimedia Messaging Service
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
MSC	Mobile-Services Switching Center
NC	Normally Close
NO	Normally Open
OMC	Operational and Maintenance Center

OS	Operation System
PSTN	Public Switched Telephone Network
RF	Frequency Radio
RTPC	Real Time Transport Control Protocol
SMS	Short Message Service
SSP	Standard Parallel Port
TDM	Time division multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
VLR	Visitor Location Register
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
RSSI	Received Signal Strength Indication

1 Introdução

A sociedade brasileira tem enfrentado inúmeros problemas decorrentes das grandes contradições econômicas, sociais e culturais constantes no nosso cotidiano. Uma das conseqüências dessas contradições que se reflete na consolidação de diferenças sócio-culturais marcantes em nossa população é a violência urbana, que se manifesta de diversas maneiras. Uma delas e bem freqüente, consiste na invasão de propriedades para furtos que se apresentam de diversas formas e em dimensões diversificadas. Dessa forma, a possibilidade da criação de serviços como monitoramento de propriedades, torna viável a limitação de invasões domiciliares, uma das contribuições possíveis para uma maior tranqüilidade da população.

O mercado de Automação Residencial no Brasil está dando seus primeiros passos. Neste momento, empresas estão tomando conhecimento das amplas possibilidades que os sistemas integrados de Automação Residencial podem representar em seus projetos.

Para poder divulgar estas possibilidades, difundir tecnologias, treinar e aperfeiçoar o conhecimento nessa área, surgiu o interesse pelo estudo mais aprimorado sobre automação residencial e suas funcionalidades.

O presente projeto propõe um serviço dessa natureza, ou seja, mostrar a possibilidade da criação de um novo serviço, agregando valor a uma tecnologia já utilizada comercialmente, porém com outro foco, e nicho de mercado. Ou seja, objetiva-se estudar uma forma de implementar um software que através de tecnologias já existentes consiga fazer esse monitoramento.

O trabalho está dividido em cinco capítulos. No Capítulo 2 são descritas as características da Tecnologia Bluetooth, no Capitulo 3 é feita a estrutura e o funcionamento da Tecnologia GSM. No Capítulo 4 é detalhada a implementação do software. No Capítulo 5, é descrita a conclusão deste trabalho.

2 Tecnologia Bluetooth

Em 1994, a Ericsson começou a analisar uma interface de rádio que tivesse baixo consumo e baixo custo. O objetivo era desenvolver uma tecnologia, para conectar telefones móveis e os seus acessórios, sem utilizar fios. Após 4 anos da Ericsson já ter chegado à conclusão de que o potencial para dispositivos que usam ligações de rádio de curto alcance era praticamente ilimitado, empresas como IBM, Nokia, Toshiba e a Intel se uniram e formaram o chamado SIG (Grupo Especial de Interesse em Bluetooth) para desenvolver a tecnologia sem fios. (Michael Miller, 2001).

O consórcio Bluetooth cresceu incrivelmente em poucos anos e já conta com a participação de muitas empresas, dentre elas HP, 3Com, Philips, Motorola, Samsung, Siemens, Dell, Sony. Isso permitiu uma ampla divulgação da tecnologia em todo o mundo. (Michael Miller, 2001)

Bluetooth é um padrão de tecnologia que tenta criar uma ponte entre indústrias de computadores e de comunicações. Essa tecnologia tem sido adotada pelas principais empresas incluindo setores de entretenimento, indústria automotiva, área de saúde, entre outros.

O padrão Bluetooth pretende:

- Facilitar formas de comunicação de voz e dados.
- Eliminar fios e cabos.
- Ativar redes e disponibilizar sincronização automática entre dispositivos compatíveis com esta tecnologia.

Em relação a sua taxa de transmissão ela pode chegar a 721 Kbps e possui três canais de voz. As desvantagens desta tecnologia é o seu raio de alcance, que é de 10 metros, e o número máximo de dispositivos que podem comunicar-se ao mesmo tempo são 8. Essa comunicação ocorre sem a intervenção do usuário, pois quando um dispositivo Bluetooth identifica outro dispositivo Bluetooth estes configuram automaticamente uma conexão entre si. (Artsen, J; Naghshineh, M; Inouye, J, 1999)

2.1 Ondas de Rádios e Piconetes

A tecnologia Bluetooth utiliza um chip com rádio-transmissor pequeno e de baixa voltagem em um dispositivo eletrônico normal. Os rádios Bluetooth utilizam uma banda de rádio chamada ISM (Banda Industrial, Médica e Científica), na faixa 2.4 e 2.48 (GHz).

Para se comunicarem, dispositivos Bluetooth precisam ter um rádio. Esse rádio é bastante pequeno, sua construção é basicamente um chip de computador, que tem um Link Controller (Controlador de Links) que faz a gerência das conexões individuais. Cada rádio Bluetooth tem a capacidade de se adaptar as mesmas especificações para enviar e receber sinais para que possa ser usado em qualquer lugar do mundo sem problemas. (Michael, Miller, 2001)

Os dispositivos Bluetooth estabelecem uma conexão e formam uma rede denominada piconet, na qual podem existir até oito dispositivos interligados, sendo um deles o mestre (master) e os outros dispositivos escravos (slave). Nas aplicações Bluetooth, várias piconets independentes e não-sincronizadas podem se sobrepor ou existir na mesma área. Neste caso, forma-se um sistema ad hoc disperso denominado scatternet, composto de múltiplas redes, cada uma contendo um número limitado de dispositivos. (Artsen, J; Naghshineh, M; Inouye, J, 1999)

Em uma rede celular típica as estações base devem estar posicionadas estrategicamente de forma a fornecer uma eficiente cobertura celular, ou seja, minimizando as regiões de sombreamento.

A Figura 2.1 abaixo mostra os tipos de rede que podem ser montadas através de dispositivos Bluetooth. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000).
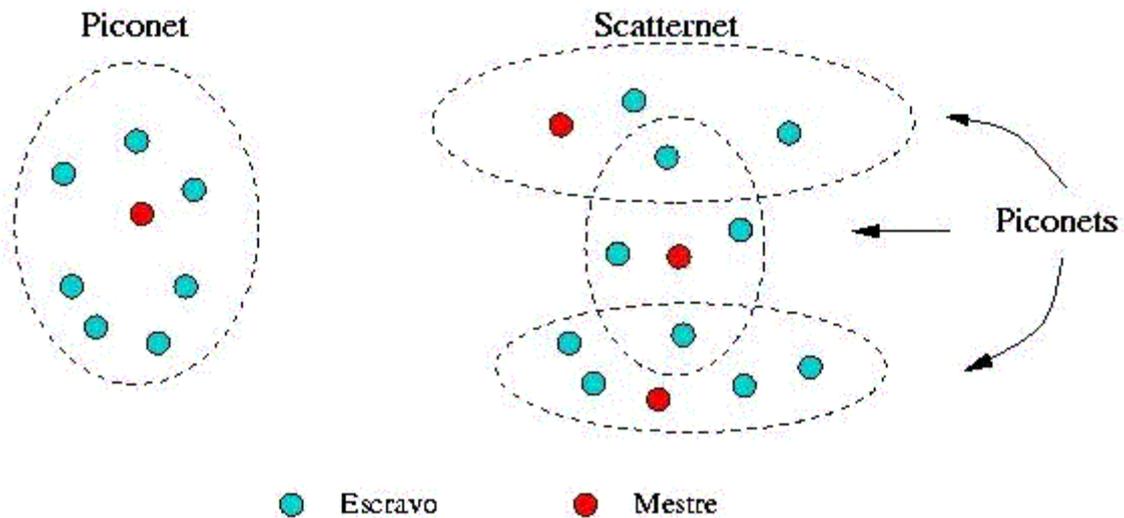
Figura 2.1 - Tipos de redes formadas por dispositivos Bluetooth.

As vantagens de uma rede ad hoc são:

- Não existe necessidade de estabelecer infra-estrutura cara para prestar serviços de manutenção em determinadas regiões geográficas, pois as redes ad hoc são formadas onde os dispositivos estão sem a necessidade de estações base para controlar as comunicações de rede.
- Diferentemente das redes celulares, muitas redes ad hoc podem ocupar o mesmo espaço físico sem o problema de interferências.
- Qualquer unidade Bluetooth pode controlar uma piconet ad hoc atuando como um dispositivo mestre. (Antônio Rogério Messias, 1999).

Para se criar uma rede Bluetooth ou para se adicionar componentes a uma piconet, os dispositivos devem ser identificados. Dispositivos podem ser dinamicamente conectados e desconectados de uma piconet a qualquer instante.

Quando um dispositivo deseja estabelecer uma conexão e não reconhece quais são os outros dispositivos que estão em sua área de alcance e suas características, este difunde mensagens do tipo INQUIRY. Ao receber uma mensagem desse tipo, um dispositivo deve retornar um pacote do tipo FHS (Frequency Hopping Synchronization) contendo além de seu identificador, informações para o sincronismo entre os dispositivos. Os dispositivos que respondem a uma mensagem de INQUIRY utilizam uma temporização aleatória para enviar a resposta. O objetivo é evitar possíveis colisões, quando mais de um dispositivo responder ao pedido. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000).

Depois de coletar informações sobre os outros dispositivos, cujo identificador e informações de sincronismo são conhecidas, o dispositivo que deseja estabelecer a conexão pode utilizar uma mensagem do tipo PAGE para realmente estabelecer uma conexão. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000).

Os dispositivos que estão ociosos podem permanecer num estado de STANDBY para economizar energia. Contudo, periodicamente eles devem "acordar" para verificar se existe algum outro dispositivo tentando se comunicar. Neste momento podemos dizer que a unidade está em estado de SCAN.

As comunicações entre as redes são feitas da seguinte forma: Um dispositivo pode participar de diferentes piconets utilizando a técnica de TDM (Multiplexação por Divisão do Tempo). Ou seja, um dispositivo pode participar seqüencialmente de diferentes piconets, sendo que este pode somente estar ativo em uma piconet por vez. Portanto, quando um dispositivo está ativo em uma piconet ele fica inativo na outra (fica num estado de HOLD). Assim sendo, um dispositivo pode saltar de uma piconet para outra ajustando os seus parâmetros de comunicação (identificador do master e informações de sincronismo). (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000)

Um dispositivo pode mudar de papel quando salta de uma piconet para outra, ou seja, um dispositivo pode ser master em uma piconet e slave em outra. O problema neste caso é quando o dispositivo deixa uma piconet (salta para outra) onde ele é o master, fazendo com que o tráfego dessa piconet fique suspenso até seu retorno. Um dispositivo também pode ser slave em ambas

piconets. Porém, não pode acontecer de um dispositivo ser o master em diferentes piconets ao mesmo tempo. (Juarez do Nascimento, 1992)

Dessa forma, uma piconet pode se comunicar com outra, compartilhando um dispositivo com diferentes piconets. Esse dispositivo compartilhado é denominado bridge. (Michael Miller, 2001)

2.2 A Forma de Transmissão

Todos os sinais que são compatíveis com a tecnologia Bluetooth devem ser capazes de transmitir voz e dados.A tecnologia pode ser usada para conectar dispositivos de computação e dispositivos de comunicação.

Em todos os componentes eletrônicos, os sinais de dados viajam de forma diferente dos sinais de voz.

Os sinais de dados utilizam a tecnologia baseada em comutação de pacote. Eles podem ser transmitidos por rotas, freqüências e ordem diferentes da original. Uma vez que os pacotes de uma mensagem sejam recebidos, eles serão re-compilados na sua ordem original.

O sinal de voz, geralmente, utiliza a tecnologia denominada comutação de circuito. Com ela, as mensagens não são fatiadas em pacotes, em vez disso, um canal dedicado (ou circuito) é estabelecido durante a transmissão. A taxa de transferência total de 1Mbps da tecnologia Bluetooth é o máximo teórico. As taxas de transferências efetivas variam de acordo com o tipo de comunicação. Por exemplo, a transmissão de dados full duplex simétrica, é realizada a 432.6 Kbps. A transmissão de dados full duplex assimétrica ocorre a 721Kbps na ida e apenas a 56Kbps na volta. (Michael Miller, 2001).

A comutação por pacotes é interessante para transmitir dados binários, porém a comutação por circuito é preferível quando as comunicações necessitam ocorrer em tempo real.Os dispositivos Bluetooth podem funcionar nos dois modos simultaneamente, se necessário. (Michael Miller, 2001)

2.3 A Tecnologia Bluetooth em Casa

A tecnologia Bluetooth é extremamente útil em nossas vidas, pois elimina de uma vez todos os cabos de nossos aparelhos eletro-eletrônicos. Toda interface entre aparelhos será feita por pequenas ondas de rádio e a detecção é automática. (Michael Miller, 2001)

A tecnologia Bluetooth vem modificando nossos costumes e tornando mais práticos alguns de nossos hábitos. Estamos quase sempre em contato com a tecnologia e nem sempre percebemos onde ela esta sendo empregada.

O emprego desta tecnologia pode ser encontrado dentro da residência de diversas formas, por exemplo, na cozinha onde todos os eletrodomésticos são conectados em uma rede piconet. A comunicação dentro do carro também é automática, onde, por exemplo, celular não precisa sair da pasta de trabalho para criar um link com os equipamentos do carro.

Essa visão de um mundo da tecnologia Bluetooth foi compilada de idéias apresentadas por muitas fontes. A fonte mais visionária vem de alguns participantes do Bluetooth SIG, que são empresas que investem capital no sucesso da tecnologia sem fio Bluetooth.

2.4 A Tecnologia Bluetooth nos Dias Atuais

Os primeiros produtos com a tecnologia Bluetooth no mercado eram produtos que adicionavam recursos da tecnologia a produtos existentes. As Figuras 2.2, 2.3 e 2.4 indicam exemplos de produtos com Tecnologia Bluetooth. (Juarez do Nascimento, 1992)

Figura 2.2 - Cartão PC sem fio TEW-421PC 54Mbps 802.11g.

Figura 2.3 - Adaptadores USB.

Figura 2.4 - Adaptador bluetooth USB - DBT-120.

2.5 Segurança no Bluetooth

A segurança é um fator primordial para o sucesso da difusão desta tecnologia, bem como das tecnologias que empregam o meio de transmissão compartilhado, como o wireless. Algumas aplicações podem não exigir um modelo que permita segurança e privacidade na comunicação com estes dispositivos. Entretanto, espera-se que estes equipamentos permitam transações financeiras e com o tempo substituam os cartões de crédito. Para essas considerações o registro de segurança é fundamental. (Michael Miller, 2001)

Existem quatro elementos essenciais quando se fala em segurança em meios de comunicação e que esta tecnologia deve zelar:

- Confiabilidade dos dados
- Autenticação e identificação
- Controle de acesso
- Integridade dos dados

Por utilizar um meio de transmissão compartilhado é impossível impedir que pessoas má intencionadas acessem os pacotes de transmissão do bluetooth no raio da piconet. A iniciativa dos saltos de freqüência nas transmissões além de reduzir a interferência do meio de transmissão, ajudam a proteger os pacotes de dados de pessoas com baixo conhecimento desta tecnologia. (Michael Miller, 2001)

2.6 Vantagens e Desvantagens

O uso de tais redes é tipicamente restrito a distâncias que envolvem prédios, campus universitários e salas isoladas. Os seguintes tópicos ilustram algumas vantagens e desvantagens deste tipo de rede em relação às redes que utilizam cabeamento. (Michael Miller, 2001).

Algumas vantagens são:

Flexibilidade – Dentro da área de cobertura os nós podem se comunicar sem qualquer restrição. As ondas de rádio penetram obstáculos, de maneira que transmissores e receptores podem ser colocados em locais que os tornem invisíveis (dentro de estantes, paredes etc.). Além disso, algumas vezes é muito difícil à instalação de redes cabeadas quando máquinas que precisam ser conectadas estão separadas por uma porta de incêndio. A condução de cabos através deste tipo de porta é apenas permitida sob certas circunstâncias, uma vez que a prevenção contra o alastramento do fogo, em caso de incêndio, deve ser eficiente. (Michael Miller, 2001)

Planejamento – Apenas redes sem fio do tipo ad hoc permitem comunicação sem planejamento prévio. Desde que os dispositivos sigam os

mesmos padrões, eles podem se comunicar entre si. Para uma rede cabeada, cabeamento adicional, plugs adequados e, provavelmente, elementos de interconexão de redes (como comutadores) precisam ser utilizados. (Michael Miller, 2001)

Portabilidade – Apenas redes sem fio permitem o desenvolvimento de pequenos dispositivos que podem, por exemplo, serem carregados dentro do bolso. Os cabos não só restringem a liberdade de locomoção do usuário, como também impedem o desenvolvimento de pequenos PDAs, notepads etc.

Robustez – Certos tipos de redes sem fio podem continuar em funcionando se ocorrem desastres como, por exemplo, terremotos. Se os dispositivos ficam intactos ao desastre, os usuários continuam podendo se comunicar. Redes que requerem um cabeamento provavelmente não resistiriam a tais dificuldades e deixariam de funcionar. (Michael Miller, 2001)

Baixo consumo de potência – Dispositivos que se comunicam via WLAN (Redes Locais sem Fio) apresentam uma bateria como fonte de energia. As redes devem levar isso em consideração e implementar módulos para economia e gerenciamento de energia. Aparelhos sem fio, conectados a uma fonte de energia via cabo não são muito úteis. A tecnologia sem fio caminha para o desenvolvimento de dispositivos cada vez menores, sem qualquer restrição imposta por qualquer tipo de cabeamento.

Algumas desvantagens descritas em (Michael Miller, 2001) podem ser citadas abaixo:

Custo – Adaptadores Ethernet de alta velocidade são, em geral, 10 vezes mais baratos que adaptadores para redes sem fio.

Soluções proprietárias – Devido ao lento procedimento de padronização, muitas empresas precisam apresentar soluções proprietárias, oferecendo funções padronizadas mais características adicionais (tipicamente uma taxa de transmissão mais rápida utilizando uma tecnologia de codificação patenteada). Porém, estas características adicionais funcionam apenas em um

ambiente homogêneo, isto é, quando adaptadores do mesmo fabricante são utilizados em todos os nós da rede.

Restrições – Todos os produtos sem fio precisam respeitar os regulamentos locais. Várias instituições governamentais e não-governamentais regulam e restringem a operação das faixas de freqüência para que a interferência seja minimizada.

Segurança e privacidade – O uso de ondas de rádio pode interferir no funcionamento de outros equipamentos de alta tecnologia como os existentes em hospitais. Nestes casos é preciso tomar precauções especiais. Além disso, a interface rádio aberta é muito mais fácil de ser burlada do que a de sistemas de fibra ótica, por exemplo.

Algumas considerações precisam ser levadas em conta para que o sucesso comercial das redes sem fio seja garantido.

Operação global – Os produtos que permitem a implantação de uma rede sem fio devem ser vendidos em todos os países, assim, regulamentos locais, que determinam a maneira como as freqüências devem ser utilizadas, precisam ser respeitados. No caso de redes cabeadas, os equipamentos instalados em um país podem ser transferidos para outro sem prejudicar o funcionamento da rede.

Livre licença para operação – Operadores de redes LANS (Redes Locais) não querem se submeter a uma licença especial na hora de utilizar os produtos WLAN. Assim, os equipamentos devem funcionar em uma banda de livre licença, como a banda ISM 2.4 GHz.

Tecnologia de transmissão robusta – Comparadas com as redes LANS sem fio, as redes WLANS operam sob difíceis condições. Utilizando-se transmissão via rádio, outros equipamentos elétricos podem interferir. Além disso, os emissores e receptores não podem ser ajustados para um funcionamento ideal em um escritório padrão. Torna-se necessário a padronização para o bom funcionamento nas mais diferentes configurações.

Proteção do investimento – Foi investido dinheiro no desenvolvimento de redes LANS. As novas redes WLANS devem proteger este investimento, apresentando interoperabilidade com as redes já existentes.

Segurança e privacidade – Redes WLANS devem apresentar segurança em locais como os existentes em hospitais. Além disso, nenhum usuário deve ser capaz de ler dados que não sejam destinados a ele mesmo, ou seja, mecanismos de encriptação precisam ser integrados.

Transparência das aplicações – Aplicações que hoje funcionam em redes com fio (Redes Wireline) devem continuar funcionando em redes sem fio.

2.7 A Opinião das Empresas

A Ericsson foi a primeira empresa que teve a visão do que mais tarde se tornou a tecnologia Bluetooth. A empresa acreditava que essa tecnologia tinha muitas oportunidades, mas na verdade a oportunidade era dada a ela por meio dos muitos participantes desse ramo, e o reconhecimento dela como padrão. A meta principal da tecnologia era o baixo consumo de energia, o custo e a possibilidade de conectar-se a qualquer equipamento. A empresa acreditava que, a princípio, muitas coisas migrariam para a tecnologia, mas ainda haveria muitas formas de se fazer uma conexão. (Michael Miller, 2001)

A indústria de computadores IBM achava a tecnologia muito importante, pois sua principal meta é criar uma experiência do usuário, deixar o usuário mestre no equipamento. A empresa pensava no Bluetooth como automatização e praticidade para o usuário. Como exemplo, o usuário ao entrar em seu escritório o usuário tivesse tudo conectado.

3 Tecnologia GSM

O GSM é um sistema aberto e livre que está em evolução. Uma de suas maiores vantagens é a capacidade de roaming internacional. Isto oferece aos usuários o mesmo número de contatos ilimitados e padronizados em mais de 159 países. O GSM difere dos sistemas sem fio da primeira geração, pois ele usa tecnologia digital e métodos de transmissão de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA). A voz é transmitida digitalmente via um codificador que emula as características da voz humana. Este método de transmissão permite uma proporção de conteúdo muito eficiente de taxa/informação de dados. (Juarez do Nascimento, 1992)

O GSM foi introduzido no Brasil em 2002 com a licitação pela Anatel das Bandas D e E que esta em operação em quase todo o Brasil. Foi adotado, também, pela maioria das operadoras que estão migrando do TDMA.

A adoção do GSM pelas operadoras no Brasil teve impacta não apenas na interface rádio, o que exigiu novos terminais GSM, mas também na rede nacional de roaming que era baseada nos IS-41 para os sistemas AMPS, TDMA e CDMA.

3.1 Histórico do Sistema Celular

Em 1981 começaram os primeiros testes em campo do sistema celular e em 1983 os primeiros sistemas celulares analógicos AMPS (Sistema de Telefonia Móvel Avançado), que utilizavam a técnica de FDMA (Múltiplo Acesso por Divisão de Freqüência), entraram em operação nos Estados Unidos. No ano anterior o FCC já havia concedido licenças de operação e alocado 10 MHz adicionais (denominados de espectro expandido) para este tipo de serviço.

Em janeiro de 1989 surgiram os primeiros padrões digitais americano, designados DAMPS (Sistema de Telefonia Móvel Avançado Digital) e padronizado como IS-54 (Interim Standard 54), utilizando TDMA. Em 1993 surgiu o segundo padrão digital americano, designado IS-95, que utiliza a técnica CDMA

(Múltiplo Acesso por Divisão de Código). A Tabela 3.1 descreve a evolução dos sistemas de radio, desde o início. (Almir Wirth, 2001)

Tabela 3.1 - Evolução dos sistemas rádio.

Fim do século XIX	Hertz demonstra que onda de rádio podem se propagar num meio
Fim do século XIX	Marconi estabeleceu um enlace de 18 milhas entre uma estação e um rebocador
1921	Primeiro sistema móvel terrestre – polícia de Detroit (2MHz)
1934	FCC autoriza 4 canais entre 30 e 40 MHz
1946	Mais 6 canais em 150 MHz
1947	Sistema operando na faixa de 35 a 44 MHz
1955	11 canais de 30 MHz cada na faixa de 150 MHz
1956	FCC autoriza 12 canais na faixa de 450 MHz
1964	Primeiro sistema automático, na faixa de 150 MHz (full-duplex)
1969	Sistema automático na faixa de 450 MHz
1975	FCC aloca 40 MHz na faixa de 800 MHz para um sistema celular
1978	Primeiros testes em campo do sistema celular
1982	Alocação de 10 MHz adicionais (espectro expandido)
1983	Primeiros sistemas celulares analógicos (AMPS)
1989	Surge o padrão IS-54 (D-AMPS)
1993	Surge o segundo padrão digital americano, o IS-95 (CDMA)
1999	A Tecnologia GSM já expandia-se com um milhão de usuários.

3.2 Conceitos da Arquitetura Celular

Muito se tem investido atualmente com o objetivo de fornecer à população um sistema de comunicação móvel que seja mais robusto e confiável, e ao mesmo tempo em que tenha taxas de transmissão comparáveis às da telefonia convencional. Não só a telefonia celular, como também os sistemas sem fio em geral, o que inclui redes de computadores sem fio, sistemas de localização militar e atendimento médico remoto, têm crescido vertiginosamente sua participação no mercado.

Os primeiros sistemas móveis terrestres surgiram da necessidade de comunicação de órgãos públicos norte-americanos sendo seguidos de sistemas comerciais. Estes eram compostos basicamente, de transmissores com alta potência situados em locais altos para garantir uma área de cobertura apropriada (quanto mais alto o transmissor, maior a área de cobertura), como ilustrado na Figura 3.1. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000)
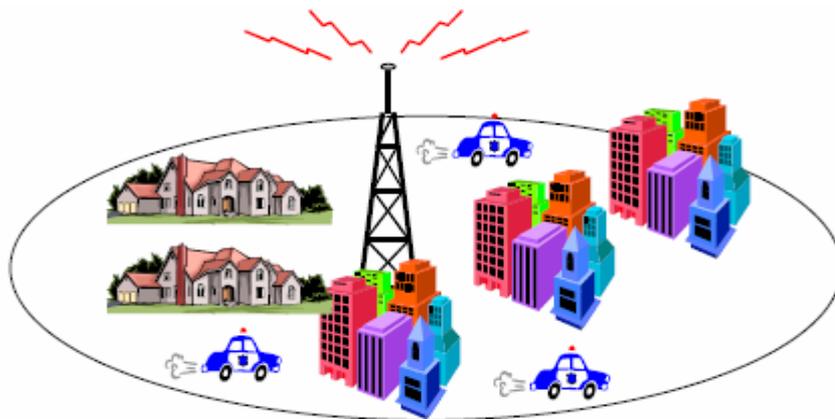
Figura 3.1 - Sistema móvel convencional.

O grande problema dos primeiros sistemas era tentar cobrir com um só transmissor uma grande região (uma cidade inteira, por exemplo) com um número limitado de canais No sistema celular esta grande região passa a ser dividida em áreas menores, chamadas clusters, que são por sua vez subdivididas em unidades menores ainda, as células. (Andy Doran, 2001)

Apesar de ainda existirem poucos sistemas operando com tecnologia analógica (AMPS), a crescente substituição destes por sistemas digitais (GSM, TDMA, CDMA) introduziu muitas dificuldades, e a sua evolução tecnológica por vezes frustrou o usuário, que pensava que a transição para um sistema “digital, mais moderna" iria resolver a maioria dos problemas existentes anteriormente. Apesar dos problemas, os sistemas digitais evoluíram muito rapidamente. E o fato de poderem oferecer um serviço mais barato e mais seguro, a um maior número de assinantes, tornou-os alvos de inúmeras pesquisas que contribuíram para aumentar ainda mais a confiabilidade dos sistemas. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000)

Para conseguir essa alta capacidade sob fortes restrições quanto aos recursos de espectro eletromagnético utilizados, a maioria dos sistemas digitais são baseados em uma arquitetura celular com um tamanho de célula bem pequena (estrutura micro-celular). (Andy Doran, 2001)

3.2.1 A Célula e o Cluster

Em um sistema celular cada célula é formada por uma BS (Estação Base) localizada em seu centro. As BS formam um agrupamento (clusters) com o objetivo de dividir o volume do tráfego telefônico da região. O agrupamento mais comum é composto por 7 células, sendo utilizado no sistema AMPS e TDMA. A Figura 3.2 ilustra uma configuração celular. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000)

Cada BS transmite em um certo número específico de canais. A freqüência desses canais é planejada de maneira a não interferir nos canais usados por células vizinhas. Logo, as freqüências usadas nas células vizinhas precisam ser diferentes. Quanto maior a distância que separa as duas células com o mesmo grupo de freqüências menor será o grau de interferência existente. Como desvantagem, menor será a capacidade de tráfego do sistema celular. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000)

A forma precisa da célula depende da geografia da região; uma vez que morros e prédios altos podem bloquear os sinais criando regiões de sombreamento. As ondas de rádio formam um arco que se irradia através do

transceptor como na Figura 3.2. Como o sinal será mais fraco quanto mais distante estiver da BS, a fronteira entre células é o limite no qual o terminal móvel não é mais capaz de enviar e receber sinais oriundos de BS das respectivas células. O sinal não é interrompido da maneira correta ocasionando interferência proveniente de transmissões nas células. (Leandro, Nelson Alexander Garcia, Márcio Eduardo Silva Mello, 2000)
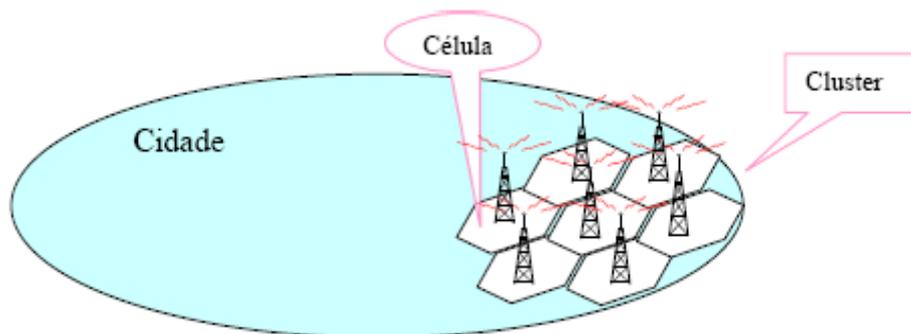
Figura 3.2 - Configuração celular.

Como tentativa de solução ao aumento da capacidade de tráfego, é utilizado um recurso chamado, “setorização”. Na região crítica onde o tráfego telefônico é intenso devido à elevada concentração de usuários, são acrescentadas mais BS dentro de uma mesma célula, que passam a dividir o tráfego, reduzindo o congestionamento das ligações. (Juarez do Nascimento, 1992).

A Setorização é a substituição das antenas omnidirecionais por antenas direcionais, bem como o acréscimo de novos rádios. O número de setores é definido em função do tamanho do cluster e das células. A Setorização é um recurso bastante eficaz quando se tem um aumento da capacidade de tráfego. Na Figura 3.3 é ilustrado um esquema de setorização celular.
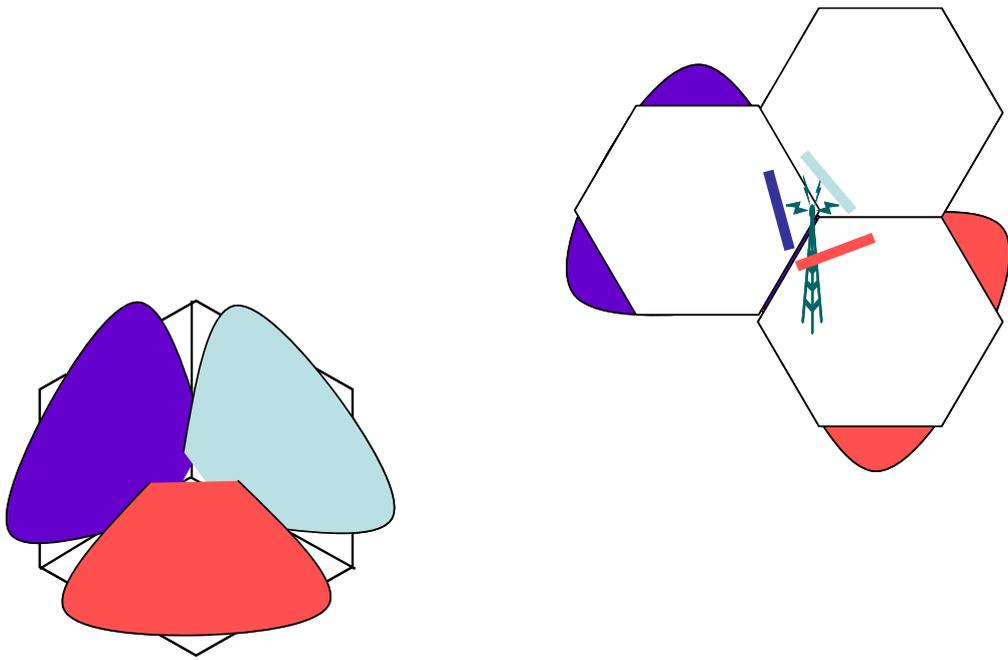
Figura 3.3 - Esquema de setorizaçao celular

3.2.2 Componentes do Sistema

O sistema celular é basicamente composto de 3 elementos principais:

- Estação Móvel – MS
- Estação Rádio Base –BS
- Central de Comutação e Controle – MSC
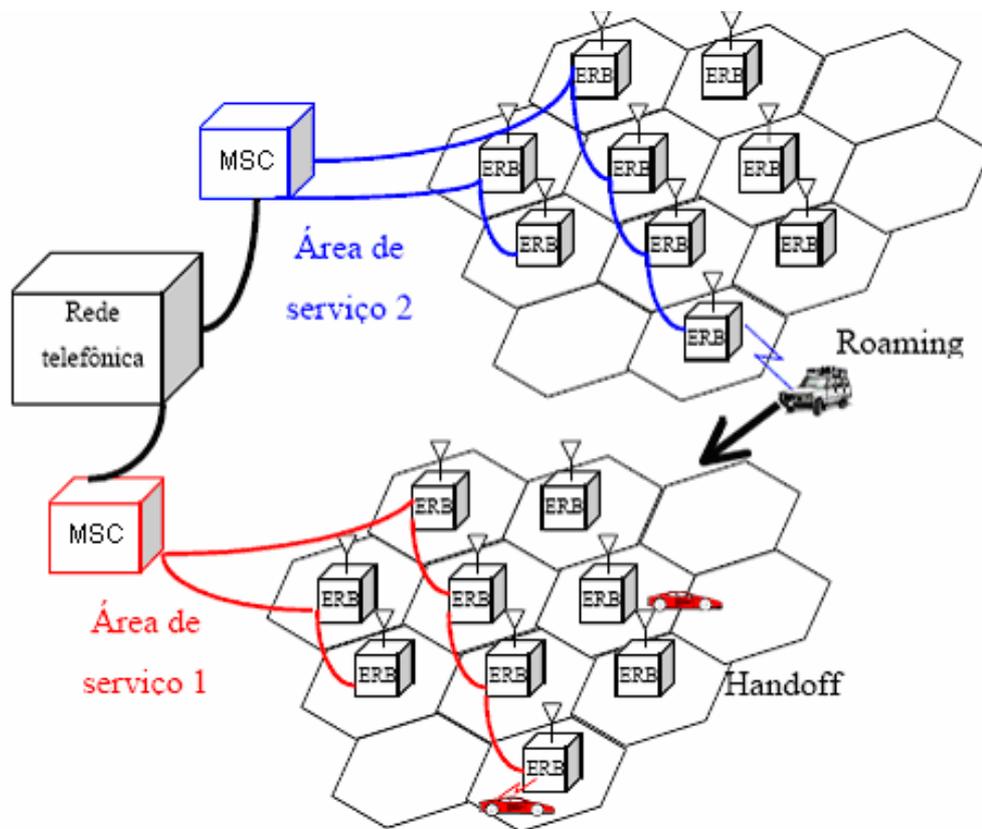
Figura 3.4 - Componentes de um sistema celular.

A estação móvel consiste de um transceptor, que é responsável pela interface entre o usuário e a estação rádio base, convertendo sinais em banda base em sinais de RF (Rádio Freqüência) ou vice versa. Além de prover a comunicação de voz ou dados, a MS (Estação Móvel) também realiza funções de controle e sinalização. (Juarez do Nascimento, 1992)

A Estação Base estabelece o enlace rádio com o terminal móvel dentro da área de cobertura de uma célula. Ela é conectada por um enlace fixo (rádio ou fibra óptica) à MSC. A Central de Comutação e Controle é responsável pela coordenação das atividades relacionadas ao estado das chamadas e do sistema. É ela quem controla e interliga várias BS, supervisiona e administra o sistema, monitora e controla as chamadas, prove interface entre a PSTN (Rede Telefônica Pública Comutada) e o sistema celular, e comanda e controla o handoff que será detalhado na seção 3.4. (Juarez do Nascimento, 1992)

3.3 Tecnologia AMPS

Os meios de ligação entre dois usuários na telefonia móvel são os canais de rádio. Um canal de rádio equivale a um par de fios da telefonia convencional. Cada canal de rádio compõe-se de duas portadoras, uma levando informações do telefone celular até a BS, e a outra levando informações da BS ao telefone celular. Essas duas portadoras constituem então, um circuito fechado. Para haver comunicação num canal de telefonia móvel AMPS é preciso sintonizar as duas portadoras, como se sintonizam estações de rádio FM. (Almir Wirth, 2001)

Na Tabela 3.2 são descritas as faixas de freqüência em que opera o sistema AMPS nas Bandas “A” e “B”.

Tabela 3.2 - Faixas de freqüências para as bandas “A” e ”B.

Telefone celular/BS		BS/Telefone Celular	
Banda A	Banda B	Banda A	Banda B
A'': 824 a 825 MHz	B : 835 a 845 MHz	A'': 849 a 870 MHZ	B : 880 a 890 MHz
A : 825 a 835 MHz	B' : 846,5 a 849 MHz	A : 870 a 880 MHz	B' : 891,5 a 894 MHZ
A': 845 a 846,5 MHz			A': 890 a 891,5 MHz

Num Sistema AMPS, uma chamada pode ser feita da rede pública (PSTN) para o telefone celular ou vice e versa. Quando um assinante de telefonia fixa disca um número de um telefone celular sua central telefônica local analisa o número e encaminha a chamada para a central local ligada à Central de Comutação e Controle (MSC) da telefonia móvel. Esta então, informa a BS mais próxima do telefone celular, que tem alguém querendo falar com ele. A BS, através de um canal de controle, irradia a identificação do móvel e o canal vago que ele deve sintonizar. Quando o telefone celular receber essas informações, ele sintoniza o canal indicado, recebe a sinalização e soa a campainha. (Almir Wirth, 2001)

3.4 Handoff

Um dos recursos mais importantes nos sistemas celulares é a capacidade do usuário se deslocar de uma célula para outra. Este recurso é conhecido como Handoff.

O processo de mudança de uma célula para outra, através da seleção de uma nova estação-base (BS), é chamado de handoff. Por exemplo, durante uma chamada, a estação-base que está servindo o terminal móvel monitora a razão qualidade/potência do terminal. Se essa taxa cair para um valor abaixo de um limite pré-estabelecido, a rede requisita que as estações vizinhas meçam a qualidade do sinal do terminal. Se a taxa de qualidade medida por outra BS for melhor, uma mensagem de sinalização é enviada ao móvel a partir da BS atual

pedindo que ele sintonize um novo canal livre na célula vizinha. Simultaneamente, a rede comuta a chamada para a nova BS. (Almir Wirth, 2001)

Muitas operadoras cobravam altas tarifas aos usuários que se deslocavam alem da respectiva célula local. Porém, atualmente muitas operadoras tendem a usar a mesma tarifa, qualquer que seja o local da ligação na rede, e a idéia de um telefone possuir uma célula única local desapareceu.

3.5 Roaming

É um mecanismo que permite a um telefone celular operar fora da sua área de habilitação, como exemplo, uma outra cidade. O roaming (visitante) acontece quando um telefone celular entra na área de cobertura de um outro sistema celular, controlado por uma MSC diferente daquela em que normalmente opera.

Para que uma operação de roaming seja executada, é necessário que o usuário habilite essa opção, pois o sistema envolve custos extras. É necessário também que as operadoras de origem e a visitada pertençam a ambas as redes nacionais e roaming. A rede nacional de roaming é responsável pela troca de todas as informações necessárias entre as MSC. (Andy Dornan, 2001)

3.6 Criptografia

Um dos principais recursos do sistema GSM é a segurança. Isto acontece devido ao uso da criptografia ou cifragem. A estação base controla se a cifragem está ativada ou desativada. A criptografia dos dados ocorre após os dados terem sido intercalados e arranjados em oito blocos de dados. Os algoritmos de criptografia são controlados com bastante rigor. Estes algoritmos são bastante similares às técnicas usadas por muitos dos principais órgãos de inteligência em todo o mundo. A segurança destes algoritmos é aumentada pelo fato do sistema trocar de algoritmo de criptografia a cada chamada (mesmo se um algoritmo for decifrado em uma chamada, a criptografia usada na próxima chamada será diferente). (Andy Dornan, 2001)

3.7 Conceitos da Tecnologia GSM

O GSM tem a estrutura básica dos sistemas celulares e oferece as mesmas funcionalidades básicas dos demais sistemas celulares associadas à mobilidade como roaming e handoff entre células.

A arquitetura de referência de um sistema GSM é apresentada na Figura 3.5.
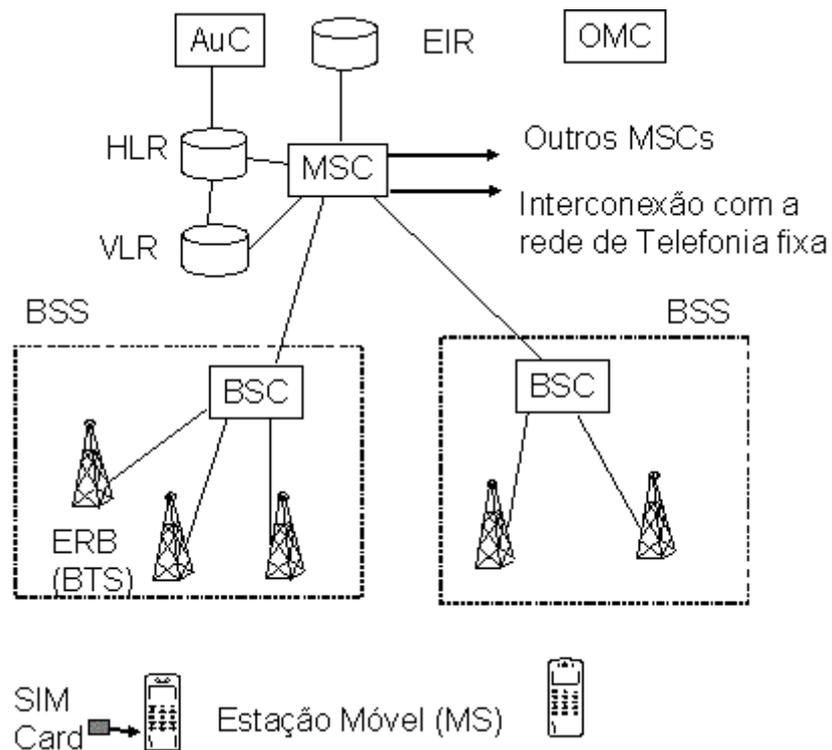
Figura 3.5 – Arquitetura do sistema celular.

3.7.1 Estação Móvel (MS)

É o terminal utilizado pelo assinante quando carregado com um cartão SIM Card ou Módulo de Identidade do Assinante (Subscriber Identity Module). Sem o SIM Card a Estação Móvel não está associada a um usuário e não pode fazer nem receber chamadas.

Após a contratação do serviço prestado pela operadora, o usuário passa a dispor de um SIM card que ao ser inserido em qualquer terminal GSM

assuma a identidade do proprietário do SIM Card. É encontrado no Brasil através do nome Oichip e Timchip, por exemplo. (Andy Dornan, 2001)

A principal função do SIMCARD é armazenar, entre outras informações um número de 15 dígitos denominado IMSI ou Identidade Internacional do Assinante Móvel que identifica unicamente uma dada Estação Móvel. (Andy Dornan, 2001)

Já o terminal é caracterizado por um número também com 15 dígitos, atribuído pelo fabricante, denominado IMEI ou Identidade Internacional do Equipamento Móvel (International Mobile Station Equipment Identity).

3.7.2 Estação Base (BS)

Tem como função estabelecer a comunicação com as estações móveis em uma determinada área. É formado por várias Base Transceiver Station (BTS) ou BS que constituem uma célula, e um Base Station Controller (BSC), que controla estas BSs. (Andy Dornan, 2001).

3.7.3 Central de Comutação e Controle (MSC)

É a central responsável pelas funções de comutação e sinalização para as estações móveis localizadas em uma área geográfica designada como a área do MSC. A diferença principal entre um MSC e uma central de comutação fixa é que a MSC tem que levar em consideração a mobilidade dos assinantes (locais ou visitantes), inclusive o handoff da comunicação quando estes assinantes se movem de uma célula para outra. O MSC encarregado de rotear chamadas para outros MSCs é chamado de Gateway MSC. (Andy Dornan, 2001).

3.7.4 Registro de Assinantes Locais (HLR)

É a base de dados que contém informações sobre os assinantes de um sistema celular.

3.7.5 Registro de Assinantes Visitantes (VLR)

É a base de dados que contém a informação sobre os assinantes em visita (roaming) a um sistema celular. (Andy Dornan, 2001)

3.7.6 Centro de Autenticação (AuC)

É responsável pela autenticação dos assinantes no uso do sistema. O Centro de Autenticação está associado a um HLR e armazena uma chave de identidade para cada assinante móvel registrado naquele HLR possibilitando a autenticação do IMSI do assinante. É também responsável por gerar a chave para criptografar a comunicação entre MS e BTS. (Andy Dornan, 2001)

3.7.7 Registro de Identidade do Equipamento (EIR)

É a base de dados que armazena os IMEIs dos terminais móveis de um sistema GSM.

3.7.8 Centro de Operação e Manutenção (OMC)

É a entidade funcional através da qual a operadora monitora e controla o sistema.

O GSM foi padronizado para operar nas faixas de freqüências apresentadas na Tabela 3.3, sendo o GSM 900 e o DCS 1800 adotados na Europa e o PCS 1900 nos Estados Unidos.

Tabela 3.3 - Freqüências de operação do GSM.

Tipos de GSM	GSM 900	DCS 1800	PCS 1900
Estação Móvel - ERB	880-915 MHz	1710-1785 MHz	1850-1910 MHz
ERB - Estação Móvel	925-960 MHz	1805-1880 MHZ	1930-1990 MHz
Espaçamento entre Freqüências de transmissão e Recepção	45 KHz	95 KHz	80 KHz

No Brasil as Bandas C, D e estão na faixa de freqüências do DCS 1800, tendo sido licitados inicialmente 15 MHz por operadora em cada direção.

3.8 Capacidade do GSM

A razão de reuso co-canal é um parâmetro fundamental no planejamento de sistemas celulares, pois determina a interferência co-canal (interferência entre células que se utilizam o mesmo conjunto de canais) e ao mesmo tempo em que limita a capacidade de tráfego do sistema. Aumentando-se a razão de reuso, a interferência co-canal se reduz, entretanto, o número de células por cluster aumenta, o número de canais por célula diminui (considerando constante o número total de canais) e, conseqüentemente, diminui também a capacidade de trafego do sistema. A escolha da razão de reuso co-canal é, portanto, um compromisso entre a capacidade de tráfego e a qualidade do sistema (quanto menor a interferência co-canal, maior a qualidade do sistema). (Almir Wirth, 2001)

Se o GSM utilizar um recurso, previsto nas especificações, de saltos de freqüência (Frequency Hopping) é possível inclusive à utilização de esquemas de reuso de freqüências mais eficientes.

As interfaces da arquitetura de uma rede GSM, apresentadas na Figura 3.6, foram padronizadas de modo a permitir a interoperabilidade com outras redes, inclusive roaming internacional, e permitir a utilização de diversos fornecedores na sua implantação.
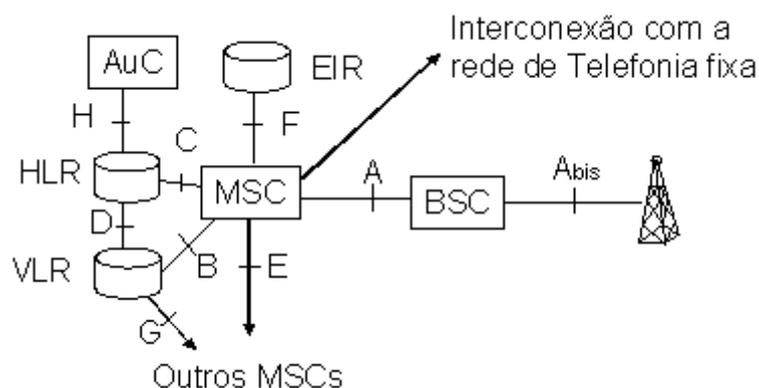
Figura 3.6 - Interface de uma rede GSM.

A interconexão entre BS e BSC é feita através da interface padronizada Abis Esta interface suporta dois tipos de links: canais de tráfego a 64 Kbit/s levando voz ou dados do usuário e canais de sinalização BSC-BS a 16 Kbit/s. (Sispic, 2003)

Em um sistema de telefonia fixa é necessário que exista entre as centrais telefônicas, além dos troncos com os canais de voz, um sistema de sinalização por onde são trocadas mensagens de modo a se estabelecer uma chamada telefônica entre dois assinantes.

As redes GSM suportam dezenas de serviços suplementares, tais como identificação do número chamado, chamada em espera, siga-me e conferência.

Os serviços de localização padronizados para o GSM permitem estimar com precisão a localização da estação móvel servindo de base para vários serviços oferecidos ao assinante.

GPRS

O GPRS (General Packet Radio Service) é um serviço para comunicação de dados que permite a estação móvel uma conexão com a Internet sem a necessidade de se estabelecer uma chamada telefônica. Apesar da transferência de dados ser possível no GSM, as taxas com que isso ocorre são muito pequenas. O GPRS (General Packet Radio Service) foi desenvolvido para permitir transmissão de dados a taxas mais elevadas para usuários de redes celulares.

EDGE

O EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) é um padrão desenvolvido para aumentar a taxa de dados para serviços oferecidos pela rede GSM. Este aumento é obtido pelo uso de um novo tipo de modulação para a portadora dos canais de RF em substituição a usada atualmente 0,3GMSK. É possível desta forma oferecer 48 Kbit/s por slot de tempo o que possibilitaria o oferecimento de conexões IP de até 384 Kbit/s.

3G

A evolução do GSM para serviços de terceira geração com taxas de dados de até 2 Mb/s vem sendo padronizada pelo 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Esta evolução exigiu a definição de um novo padrão para a interface entre Estação Móvel e BS com canais de RF de 5 MHz. Este novo padrão implicará em mudanças na estrutura de canalização do GSM exigindo uma banda adicional de freqüências para implementação do serviço por parte das operadoras, mantendo, no entanto, a compatibilidade e demais interfaces da arquitetura GSM.

3.9 Compatibilidade TDMA –AMPS

Além dos canais de voz digital, o TDMA dispõe dos canais de voz analógicos, padrão AMPS o que garante a compatibilidade do telefone celular TDMA ocupar os mesmos canais de RF do sistema AMPS, mantendo inclusive a mesma separação de canais, de 30 kHz, do sistema analógico. (Artsen, J; Naghshineh, M; Inouye, J, 1999)

3.9.1 Comunicação TDMA

O TDMA permite implementação em faixa estreita e faixa larga. No TDMA faixa larga, toda ou grande parte da banda disponível é alocada a cada usuário por determinado intervalo de tempo, denominado slot. Em cada slot de tempo apenas um usuário terá acesso a toda (ou grande parte) da banda. No TDMA faixa estreita, o usuário tem acesso a uma pequena porção da banda por determinado intervalo de tempo (slot).
A transmissão entre móvel e base é feita de forma não-contínua. A transmissão entre móvel-base é feita em rajadas, ocorrendo apenas no instante de tempo (slot) reservado para que o móvel transmita e/ou receba. Nos demais instantes de tempo, outros usuários poderão ter acesso à mesma portadora sem, portanto, que as comunicações interfiram entre si.

Antes de chegar à nova transmissão da Estação Base, o telefone celular executa medições de sinais, buscando sinais alternativos para o handoff. (Artsen, J; Naghshineh, M; Inouye, J, 1999)

Uma vantagem do sistema TDMA sobre o AMPS é o handoff auxiliado pelo móvel. Com esse objetivo, o telefone celular verifica a intensidade do sinal recebido, e a taxa de erro de bit do sinal recebido é transmitida com 5 bits de resolução. (Artsen, J; Naghshineh, M; Inouye, J, 1999)

3.9.2 Serviço SMS

Todos os sistemas digitais, de telefonia móvel já incorporaram alguma forma de transmissão curta. Os serviços de mensagens curtas (SMS) entre celulares vêm dispensando a utilização de pagers.

Muitas operadoras cobram pelo serviço SMS (Short Message Service), utilizando o mesmo modelo das próprias chamadas telefônicas: Quem envia mensagem é responsável pelo seu pagamento, o que permite a seus clientes controlarem seus custos.

O SMS é o único padrão de mensagem a obter ampla aceitação. Ele começou como parte original do GSM, mas desde então foram integrados a todos os outros sistemas digitais, alguns dos quais o aperfeiçoaram. Uma de suas limitações é que as mensagens precisam ser curtas. O GSM impõe um limite de mensagens até 160 caracteres através do centro de mensagens do operador do seu telefone. Se o telefone destino estiver desligado ou fora de alcance as mensagens são guardadas no centro de mensagens garantindo assim que não sejam perdidas. Para o uso deste serviço é necessário que a operadora de telefonia celular ofereça o mesmo, e que o aparelho celular possua essa função.

3.9.3 Benefícios de SMS

Rapidez e redução de custos com telefonia são qualidades apreciadas no mundo que utiliza inúmeros meios de comunicação. Mensagens de texto pelo celular também são ótimas para comunicação interna.

Atualmente, a segurança nacional depende, em grande parte, da transmissão de dados, voz e multimídia via redes de telecomunicações. Na verdade, a agilidade ou não no recebimento de informações pode determinar, por exemplo, se existe algum perigo dentro de uma propriedade ou se esta propriedade esta sendo invadida. (Juarez do Nascimento, 1992)

Neste contexto, é vital para qualquer empresa, ou propriedade, manter suas “linhas abertas” e, com isto, garantir o envio e o recebimento da informação, no momento certo, para seus diversos públicos.

Neste sentido, a evolução do SMS, que ocorreu a partir do desenvolvimento de plataformas inteligentes de transmissão de dados e, mais recentemente do MMS (mensagens multimídia que incluem imagens e até vídeos), propiciou ao mercado um poderoso aliado frente à necessidade, sempre crescente, de agilidade na comunicação. (Almir Wirth, 2001)

É importante ressaltar que as tecnologias de transmissão de mensagens por telefonia celular vêm ganhando terreno no mundo corporativo. Garantem o recebimento da informação, que ocorre praticamente em tempo real, e asseguram redução de custos com telefonia. Assim, corporações de todos os segmentos, inclusive de segurança, dispõem de um meio eficiente e direto de contato, automático, com os diversos públicos com quem interagem. (Andy Dornan, 2001).

No mundo competidor de hoje, a diferenciação é um fator significativo no sucesso do fornecedor de serviços. O SMS hoje é um serviço basicamente procurado pelos usuários de telefonia celular. Aplicações com SMS podem também representar uma fonte adicional de rendimento para o fornecedor de serviços. (Andy Dornan, 2001)

Os benefícios de SMS aos assinantes centram-se em torno da conveniência e flexibilidade. Deste modo, o benefício principal é a habilidade de usar o telefone como uma extensão do computador. O SMS elimina também a necessidade de dispositivos para o envio da mensagem porque os serviços podem ser integrados em um único dispositivo wireless -- o terminal móvel. Estes benefícios dependem normalmente das aplicações que o fornecedor de serviços disponibiliza. (Juarez do Nascimento, 1992)

3.9.4 Aplicações de SMS

Os telefones celulares estão evoluindo rapidamente e estão incluindo cada vez mais funcionalidades que suportam novas aplicações. As aplicações do SMS incluem Instituições financeiras como bancos e administradores de cartão de crédito. Estes empregam essa tecnologia como uma ferramenta no combate a

fraudes. Assim, quando uma compra é efetuada no cartão ou há um saque na conta corrente, o sistema envia, automaticamente, alertas para o celular do titular do cartão ou da conta, isto é, pode reduzir os transtornos do uso ilegítimo para os usuários e os prejuízos para as instituições financeiras. (Almir Wirth, 2001)

As empresas de entretenimento também estão aderindo rapidamente ao novo modelo e utilizam o SMS e o MMS como canal de interatividade. Além disso, incorporaram serviços, mediante anuência do usuário, como envio de notícias, chats, quiz, entre outros. (Michael Miller, 2001).

4 Implementação do Projeto

O computador será responsável por enviar a mensagem via SMS através de uma tecnologia bluetooth para o celular (wireless usb bluetooth adpter DBT 120), que fará o redirecionamento da mensagem.

O aparelho celular ficará encarregado de levar a mensagem SMS, via tecnologia GSM, até a antena mais próxima que fará o redirecionamento da mensagem de alerta do celular Transmissor ao celular Receptor.

A integração será feita de tal forma que haverá uma comunicação entre o computador e o aparelho celular, que está diretamente conectado a esse computador, através de um programa que será criado utilizando linguagem de programação c/c++ e Java.

A Figura 4.1 ilustra a forma de implementação do projeto.
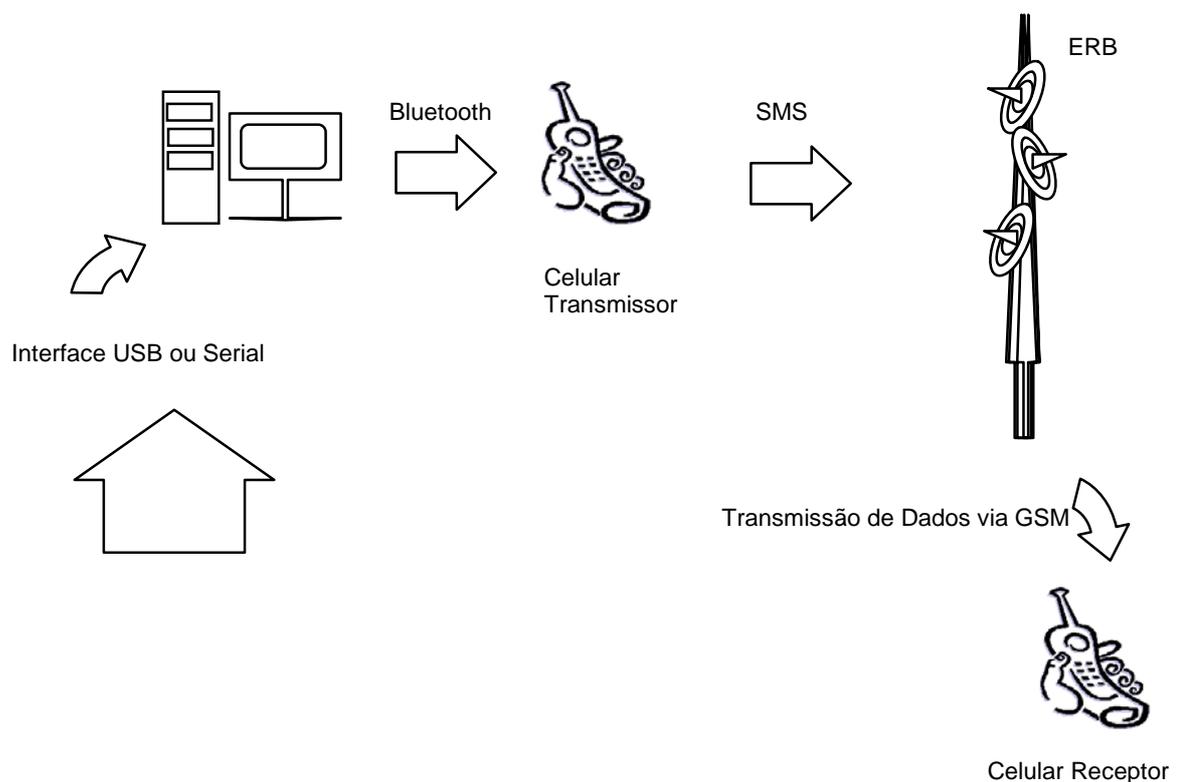
Figura 4.1 - Ilustração do Projeto.

Este projeto fará uso da porta paralela de um PC como forma de identificar a ocorrência de eventos dentro de uma propriedade. Os eventos que seriam identificados por sensores são aqui emulados por bits lidos pela porta paralela.

O computador então, será responsável por enviar mensagens de alerta para telefone celular com tecnologia GSM, e isto consta de duas etapas. A primeira etapa da transmissão de mensagem é realizada pela comunicação entre o computador e um telefone celular (celular transmissor), via tecnologia Bluetooth. A segunda etapa é realizada pela comunicação entre o celular transmissor e o segundo aparelho celular (celular receptor), via tecnologia GSM.

Este projeto é abordado em duas partes. A etapa de identificação de eventos pelo software, via porta paralela, é implementada de maneira prática. A etapa referente à comunicação entre o celular transmissor e o celular receptor é realizada através de simulação.

A linguagem de programação a ser empregada neste trabalho é a Linguagem Java. Esta foi escolhida por ser a linguagem de maior desenvolvimento junto às tecnologias implementadas. Hoje em dia quase todos os aparelhos de telefonia tem aplicativos rodando em Java o que torna mais viável, pois existe suporte.

4.1 A Porta Paralela

A porta paralela é uma interface de comunicação entre o computador e um periférico. A impressora é um dos dispositivos mais comuns nesse tipo de interface.

Quando implementada a porta paralela, era uma interface simples capaz de transmitir dados unidirecionalmente a uma velocidade de 100kbps a 200kbps, dependendo da forma de transmissão. Porém, no ano de 1990 a porta paralela sofreu alterações, ou seja, melhoramentos, passando a atingir uma velocidade de transmissão de ate 2 MB/s.

Todas as portas paralelas obedecem às regras IEEE 1284, feitas em 1994.O software aqui implementado visa interagir com a porta paralela a fim de ler dados da porta paralela.

4.1.1 Endereçamento

O computador geralmente possui 3 portas: LPT1, LPT2 e LPT3 (alguns possuem LPT4).A porta utilizada no projeto foi a LTP1.

Cada porta dessas possui 3 endereços: data, status e controle. Esses endereços estão numa ordem seqüencial. Isso quer dizer que se a porta data tem o endereço 0x0378, então o endereço correspondente de status é 0x0379 e o de controle é 0x037A.

Atualmente, o endereçamento das portas paralelas de computadores é dado conforme descrito na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Endereçamento de porta paralela.

Printer	Data Port	Status	Controle
LPT1	0X0378	0X0379	0X037A
LPT2	0X0278	0X0279	0X027A
LPT3	0x03BC	0x03BD	0x03BE

4.1.2 Funcionamento da Porta Paralela

A porta paralela opera com tecnologia TTL, ou seja, 0 e 5 Vcc. Esses dados podem ser enviados e lidos por três registradores (278h, 378h e 3BCH). Porém, soluções proprietárias como IBM, podem às vezes distribuir outro endereço para essa porta. O endereço utilizado no projeto foi o 378h.

A porta paralela padrão tem 5 entradas. isto é necessário quando se precisa captar sinais do mundo externo para dentro do PC.

As cinco entradas através do DB-25 são:

- ack no pino 10
- Busy no pino 11
- Paper end no pino 12
- Slct out no pino 13
- Erro no pino 15

Uma das funções do software será ler o sinal recebido pela porta paralela (identificação de algum evento) e saber se o sinal em um determinado pino está alto ou baixo (0 ou 1).

Após receber esse dado da porta paralela o software interpreta esse evento e envia para o celular via tecnologia Bluetooth.

No Anexo A descreve-se à parte do código em Java relativa a leitura pela porta paralela.

O endereço 278h e 378h é o mais comum, pois nela se pode fazer a leitura e a escrita. O endereço 279h e 379h são apenas de leitura sendo que o último bit (D7) lê de modo invertido. O endereço 27Ah e 37Ah pode ser utilizado tanto à leitura quanto para a escrita dos bits sendo que todos os bits são lidos/escritos de modo invertido, ou seja, se for lido nível alto em algum bit na verdade estará em nível baixo. O mesmo ocorre para a escrita.

A porta paralela é o tipo de comunicação usado na maioria dos computadores na ligação com a impressora. Uma porta paralela consegue enviar vários bits de dados através de oito fios paralelos, simultaneamente. O limite máximo para um cabo paralelo é de aproximadamente 3 m.

4.1.3 Padrões de Conexão

O DB25 é um conector que fica na parte de trás do gabinete do computador, e é através deste, que o cabo paralelo se conecta ao computador para poder enviar e receber dados. A Figura 4.1 abaixo ilustra a descrição da pinagem do conector padrão DB25.
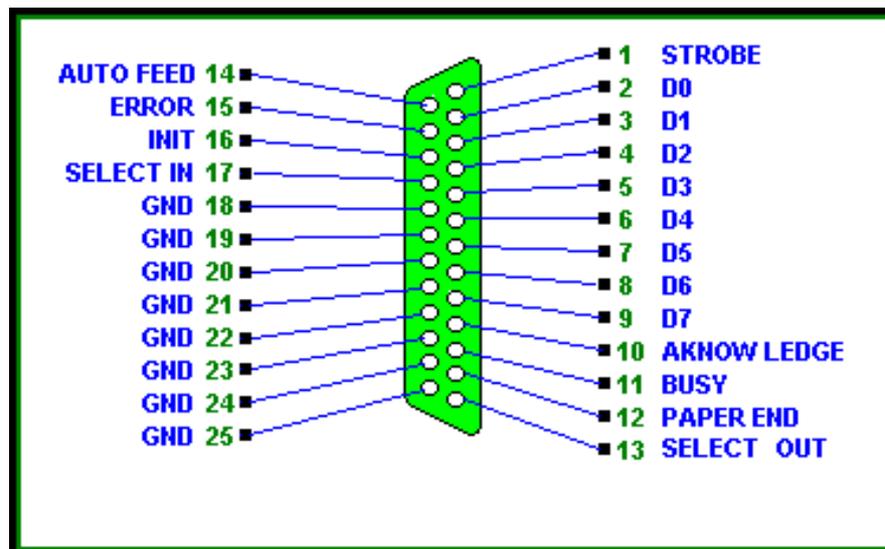
Figura 4.2 - Pinagem DB25.

O hardware conector padrão macho DB-25 é ilustrado na Figura 4.2. (Antonio Rogério Messias, 1999).

Figura 4.3 - Conector padrão macho DB25.

4.1.4 Modos de Operação

A porta paralela usada nos computadores, em 1980, chamava SSP (Standard Parallel Port) hoje as portas paralelas chamam-se EPP (Enchanced Parallel Port) e ECP (Extended Capability Port) e são mais complexas e avançadas. Posteriormente o IEEE veio regulamentar o uso de padrões. (Antonio Rogério Messias, 1999)

Nesses modos, a porta paralela é bidirecional e possui um circuito em forma de fila chamado FIFO, que é uma espécie de cachê para dados que são transmitidos e recebidos.

Como a porta paralela hoje está integrada a placa mãe, é possível alterar seu modo de operação através do setup do micro. Existem 3 modos de operação:

a) O Modo SPP (Standart Parallel Port)

O modo SPP foi muito utilizado na década de 80. As interfaces atuais são mais versáteis e velozes, mas o modo SPP continua sendo suportado.

b) O Modo EPP (Enhanced Paralle Port)

Tem a característica de ser totalmente compatível com o modo SPP e opera com taxas de transferências altas de até 2Mb/s. A implementação no modo EPP é baseada no uso de uma porta de dados que gera sozinha todos os sinais de uma porta paralela padrão, implementando todo o handshake em uma única instrução. No modo SPP é necessário usar várias instruções de Entrada e Saída, o que consome muito tempo pelo fato de estarem atreladas ao padrão ISA. No modo EPP é usada uma única instrução de saída de dados EPP. (Antonio Rogério Messias, 1999)

Essa instrução pode ser de 8, 16 ou 32 bits. Logo ela pode controlar o envio de 1, 2, 4 bytes. A porta EPP encarrega-se de dividir o dado recebido processando-o em grupos de 8 bits e transmitindo-os em seqüência para o dispositivo.

As únicas que nos servem neste projeto são a EPP e a ECP, pois são bidirecionais, ou seja, os dados podem sair ou entrar do PC. O protocolo ECP é muito parecido com o EPP, acrescentando somente o DMA, acesso direto a memória

c) O Modo ECP (Extended Capabilities Port)

Esse modo é um avanço em relação ao EPP, o qual, através do emprego de algumas técnicas, consegue-se aumentar sua taxa de transferência.

Principais características:

- o Porta de dados com buffer, (FIFO) de entrada e saída.
- o Operação por DMA (Acesso Direto a Memória)

- Permite taxas de transferências de 2 a 4 m
- Realiza compressão de dados

O FIFO é um buffer de dados que serve para que o processador não espere pela interface. Ao realizar uma instrução de saída, o dado não vai diretamente para o dispositivo ligado na interface. Ele é colocado em uma fila de bytes e o processador é liberado. A interface é encarregada de enviar os bytes para o dispositivo, obedecendo a ordem de chegada. (Antonio Rogério Messias, 1999).

Os dados enviados pela porta de dados da interface ECP vão direto para o final da fila FIFO de saída. Essa transmissão de dados pode ser feita por CDMA ou Entrada e Saída.

4.2 Software

4.2.1 Problemas e Soluções na Leitura de Dados da Porta Paralela

Na implementação do software para leitura da porta paralela, foi encontrado um erro na API javax.com que impedia a porta paralela de ler qualquer evento. A solução para resolver esse problema foi à utilização de JNI (Java Native Interface) JNI. (Nokia, 2005)

O Java Native Interface, serve como interface entre Java e o código nativo escrito em C/C++ ou assembly, este permite usar classes java no código nativo e vice-versa. (Nokia, 2005)

As premissas para se usar JNI geralmente são para a implementação de funcionalidades que as APIs Java não fornecem ou por problemas de performance. Um algoritmo que em Java fique muito lento pode ser implementado em C ou assembly e acessado pelo Java. Outro caso é quando o código nativo deseja ter acesso a API Java.

Obviamente as classes com métodos nativos não são portáveis entre VMs (Virtual Machines). Quanto ao código nativo a portabilidade está ligada ao uso de C/C++ ANSI-Standard e STL.

Para utilizar código nativo em classes Java, tem-se que seguir uma série de regras de nomeação (mangling). No exemplo abaixo, temos o clássico Hello World, que possui um método nativo, determinado pelo uso da palavra chave native.

```
package Pkg;
class HelloWorld
{
   // Implementado na biblioteca dinâmica
   public static native void writeMessage();
   public static void main(String[] a)
   {
      System.loadLibrary("HelloWorld");
```

```
        writeMessage();
    }
}
```

O método writeMessage() deverá ser implementado em uma biblioteca.dll em Win32 ou.só em UNIX. Assim tem-se o carregamento da biblioteca antes da execução do método, o método loadLibrary entende que deverá carregar HelloWorld.dll se estiver em win32 e HelloWorld.só se estiver em UNIX.

Pode-se usar a função JNI RegisterNatives() para registrar os métodos nativos associados à classe.

Para a JVM resolver os nomes de métodos nativos deve ser usada a seguinte regra para a assinatura do método em código nativo:

- Prefixo Java_
- namespace (package _ class)
- separador _ (undescore)
- nome do método
- para métodos nativos sobrecarregados (2 underscores)
- Assinatura do método (será visto mais à frente)

4.2.2 J2ME

A plataforma J2ME (Java 2 Micro Edition) foi desenvolvida para dispositivos com limitação em quantidade de memória, display, e poder de processamento, como telefones celulares, PDAs e Pagers.

Ela cria uma camada de abstração, minimizando essas diferenças ao definir configurações e interfaces, as quais, juntas, provêem uma plataforma completa e uma Interface para Programação de Aplicativos (API). As APIs possibilitam o desenvolvimento de aplicativos em qualquer dispositivo que possua suporte ao padrão Java. Para a construção de aplicativos são usadas configurações e profiles (perfis). Configurações são definidas para cada dispositivo (Antonio Rogério Messias, 1999)

J2ME não é uma especificação única de um software. Trata-se de um conjunto de tecnologias e especificações que foram concebidas para diferentes setores do mercado de dispositivos pequenos.

J2ME é formada por duas configurações diferentes: CDC (Connected Device Configuration) e CLDC (Connected Limited Device Configuration). Uma configuração define as bibliotecas centrais da tecnologia Java e os recursos da máquina virtual. A CDC destina-se a dispositivos portáteis de ponta, como os Nokia Communicators, enquanto a CLDC é direcionada para os dispositivos portáteis de baixo custo, como os celulares mais comuns.

Por cima das configurações estão os perfis que definem a funcionalidade em uma categoria específica de dispositivos. O MIDP (Mobile Information Device Profile) é um perfil para dispositivos portáteis baseados em CLDC com recurso de comunicação, como os celulares. O MIDP define funcionalidades como a utilização da interface do usuário, o armazenamento persistente, as redes e o modelo de aplicativo (Sun, 2005)

J2ME (também conhecida como Kjava) é designada especialmente para funcionar em equipamentos portáteis como os aparelhos telefônicos. Equipamentos portáteis são definidos tipicamente por memória e capacidade de processamento limitado, assim como menores telas do que notebooks, por exemplo.

As configurações são compostas de um conjunto mínimo de bibliotecas. Elas fornecem a funcionalidade básica para um número particular de dispositivos que possuem características similares, como conectividade e memória.

Há, basicamente, 2 tipos de aplicativos em linguagem J2ME:

- Aplicativos Locais (Wallet garden): são aplicativos que rodam diretamente em um aparelho celular isoladamente, sem acessar qualquer dado ou fonte externa pela rede móvel: Exemplos típicos são jogos de entretenimento e calculadoras, Expenses Pad, etc.

- Aplicativos em rede (network aware): estes aplicativos interagem com a rede de dados. Diferentemente de aplicativos locais, os aplicativos em rede podem acessar informações externas. Um exemplo típico de um aplicativo em rede seria uma aplicação de correio eletrônico (e-mail) que permanece no aparelho

Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizado o aparelho Nokia 3650, ilustrado na Figura 4.4. (Nokia, 2005)

Figura 4.4 - Aparelho celular Nokia 3650.

Características

- Display colorido.
- Papel de parede.
- Descanso de tela.
- Suporte para MIDP Java®.

- Possibilidade de fazer download de aplicativos e jogos em Java®.
- Agenda telefônica com até 250 posições de memória (5 espaços para números e 4 espaços para texto).
- Calendário.
- Menu de tarefas.
- Toques musicais polifônicos (MIDI).
- Gravador.
- Discagem por voz (até 10 posições de memória).
- Funções ativadas por voz.
- WAP

Funções

- Acesso à Internet (WAP 2.0). 1
- Troca de mensagens de texto, e-mail e mensagens.
- Envia dados da agenda (notas de calendário e cartões de visita). 2

Especificações técnicas (Nokia , 2005)

- Tecnologia TDMA 800/1900 + AMPS 800 MHz, GSM.
- Dimensões: 11,8 cm (comprimento) x 5,0 cm (largura) x 2,3 cm (espessura).
- Peso: 107 g.
- Antena interna.
- Alerta vibratório interno.
- Resolução do display: 96 x 65 pixels

A tecnologia necessária para a conclusão do projeto utilizando dois aparelhos móveis, sendo um o transmissor e o outro receptor, é a plataforma

MIDP 2.0. Porém, essa tecnologia provém de celulares ultramodernos, e disponíveis no mercado a preços altíssimos.

Devido à carência do aparelho celular com as devidas tecnologias, optou-se pela simulação desse procedimento através do programa Netbeans. O Nebeans é uma ferramenta de código em Java que é gratuita e desenvolvida pela própria Sun. Ele presta suporte em desenvolvimento J2ME e dentro desse suporte ele possibilita a emulação de celulares que suportam a linguagem utilizada

Foram utilizados três “aparelhos móveis”. A simulação é feita da seguinte forma:

Um aparelho celular faz o papel do Bluetooth enviando a mensagem, outro aparelho faz o papel do aparelho móvel transmissor e outro do aparelho móvel receptor. A utilização dessa simulação é totalmente possível utilizando aparelhos físicos. A ilustração se encontra no Anexo B.

Como resultado desse projeto verificou-se o funcionamento satisfatório do software que faz a comunicação com o aparelho celular transmissor. Pode-se constatar também, que a parte relativa a simulação no projeto representou de forma ideal o que seria implementado de forma prática.

5 Conclusão

Objetivou-se neste trabalho desenvolver um software em computador e em telefone celular GSM, a ser empregado no monitoramento de eventos ocorridos dentro de uma propriedade. O monitoramento dá-se através de envio de mensagens de alerta ao dono da propriedade através de serviço SMS.

Realizou-se inicialmente um estudo sobre as tecnologias GSM, Bluetooth e SMS, bem como de suas respectivas funcionalidades. Ou seja, atuou-se no sentido de empregar estas tecnologias já disponíveis, de forma conjunta, de forma a implementar-se um sistema de monitoramento de propriedades.

O estudo das tecnologias envolvidas também teve como meta identificar a melhor tecnologia a ser empregada visando o objetivo do trabalho. Foi escolhida a tecnologia GSM por ser a principal tecnologia atualmente empregada em envio de mensagens, e por ser esta uma tecnologia que facilita a desenvolvimento de software em celular.

Como forma de se identificar a ocorrência de eventos dentro de propriedades, empregou-se a porta paralela do computador como interface entre o computador e a suposta propriedade a ser monitorada. Os eventos que seriam identificados por sensores foram aqui emulados por bits lidos pela porta paralela.

A concepção deste projeto constou de duas etapas. Numa primeira etapa, foi realizada uma transmissão de mensagem do computador para um telefone celular (celular transmissor), via tecnologia Bluetooth. E numa outra etapa, foi realizada uma transmissão de mensagem entre o celular transmissor e um segundo aparelho celular (celular receptor), via tecnologia GSM.

O desenvolvimento deste trabalho se deu em duas partes. A parte referente à identificação de eventos pelo software, via porta paralela, foi implementada de maneira prática. A segunda parte, que diz respeito à comunicação entre o celular transmissor e o celular receptor, foi realizada através de simulação.

A linguagem de programação empregada neste trabalho foi o Java. Esta linguagem foi escolhida por ser a linguagem de maior desenvolvimento junto às tecnologias implementadas. Hoje em dia quase todos os aparelhos de telefonia celular apresentam aplicativos rodando em Java.

No desenvolvimento do trabalho, foram encontradas algumas limitações relativas à linguagem de programação Java. Soluções foram adotadas substituindo-se a prática da utilização do aparelho celular (isto devido à carência da tecnologia MIDP2) pela simulação da mesma.

Como contribuição principal deste trabalho, revela-se que tecnologias já disponíveis podem ser empregadas, em conjunto, visando segurança e privacidade da propriedade.

Como resultado desse projeto verificou-se o funcionamento satisfatório do software que faz a comunicação com o aparelho celular transmissor. Pode-se constatar também, que a parte relativa a simulação no projeto representou de forma ideal o que seria implementado de forma prática.

Sugere-se como continuação deste trabalho e proteção a propriedade, a implementação do projeto empregando os mais diversos tipos de sensores, e empregando aparelhos celulares que possuam a tecnologia MIDP 2 e que também suportem a tecnologia Bluetooth.

Referências Bibliográficas

- Andy Dornan, "**Wireless Comunications"**, Guia de comunicação sem fio. Rio de Janeiro Campos, 2001.

- Michael, Miller. "**Bluetooth"**, Descobrindo o Bluetooth: Rio de Janeiro: Campos 2001.

- Leandro Rodrigues Coelho, Nelson Alexander Pérez Garcia, Márcio Eduardo da Costa Rodrigues Luiz A. R. da Silva Mello **"Sistemas de Rádio Celulares e de Rádio Acesso"**.Centro de Estudos em telecomunicações PUC do Rio de Janeiro, Agosto de 2000.

- Juarez do Nascimento, **"Telecomunicaçoes"**, São Paulo: Makron Books, 1992.

- Almir Wirth **"Telecomunicações e Redes de Computadores",** Rio de Janeiro. Edi. Axcel 2001.

- http://www.rogercom.com/pparalela/Dsp32es.htm por Antônio Rogério Messias

- http://miarroba.com/foros/ver.php?pag=5&temaid=960789&foroid=168219>.

- http://www.rogercom.com/pparalela/introducao.htm>.

- http://www.nokia.com.br/nokia/0,8764,43743,00.html>.

- http://br.sun.com/produtos-solucoes/software/java_call.html>.

- http:/forum.java.sun.com/thread.jspa?threadID=4061715&tstart=210

Anexo A – Leitura da Porta Paralela

Programa em linguagem java cuja função é ler a porta paralela

```
import parport.ParallelPort;// IMPORTA O PARALEL PORT

import java.awt.*;

import java.awt.event.*;


class PortaParalela{

  public static void main ( String []args )

  {

    ParallelPort lpt1 = new ParallelPort (0x378); // 0x378 is normally
the base address for the LPT1 port

    int aByte;

    For (int i = 0; i<100000000; i++) {

       aByte = lpt1.read(); // read a byte from the port's STATUS pins


       If (aByte==112){

//
```

Anexo B – Ilustração da simulação

Foram utilizados três “aparelhos móveis”. A simulação é feita da seguinte forma:

Um aparelho celular faz o papel do Bluetooth enviando a mensagem. Um segundo aparelho faz o papel do aparelho móvel transmissor, e um terceiro aparelho faz o papel do móvel receptor. A implementação prática dessa simulação é totalmente possível utilizando aparelhos físicos programados com os códigos empregados na simulação.
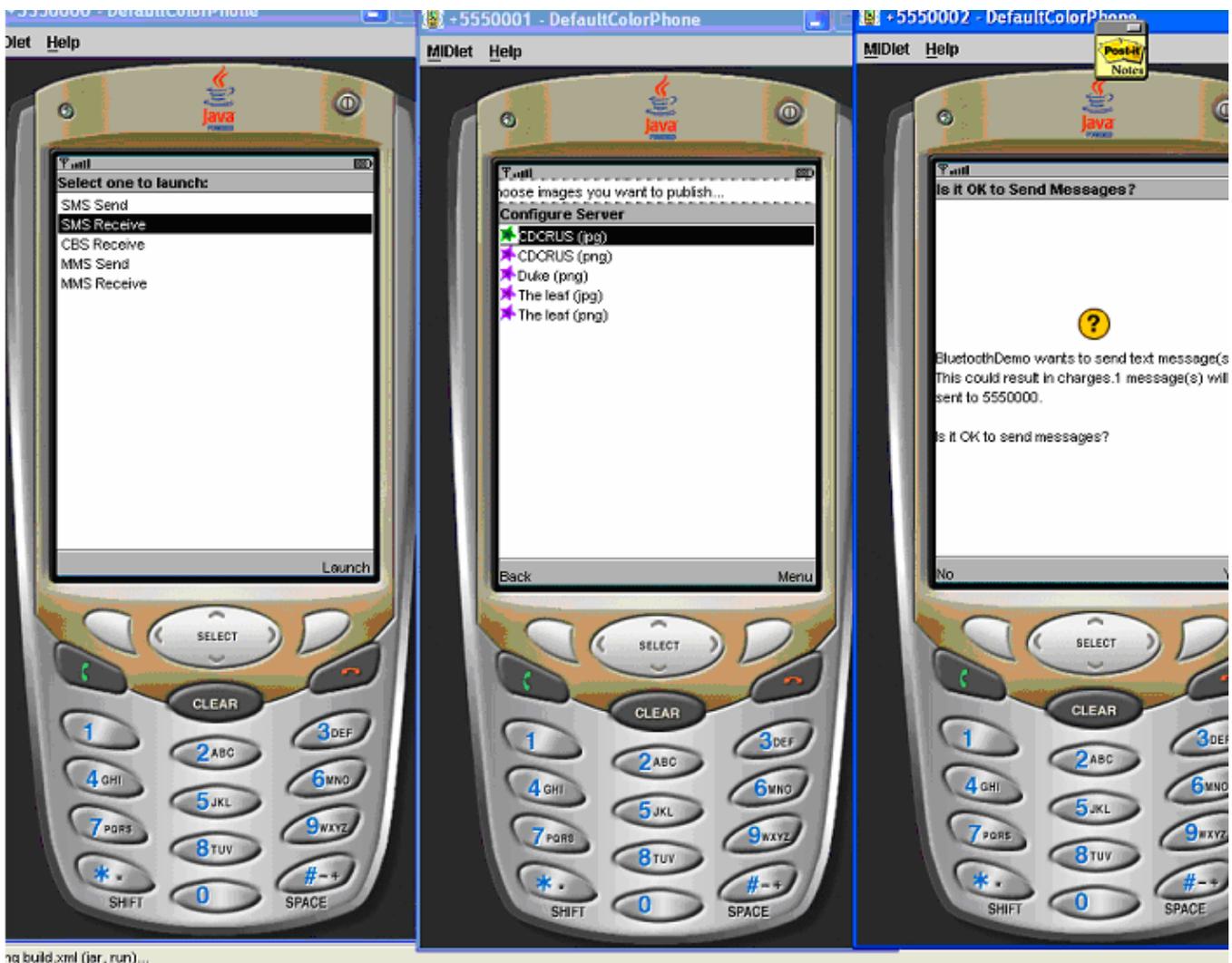
Figura B.1 - Ilustração da simulação.

Anexo C – Código Demomidlet

DemoMIDLET é a midlet que controla, inicia e encerra o processo. O que ela faz basicamente é chamar a classe que apresenta a interface gráfica.

```
package example.bluetooth.demo;
import javax.microedition.midlet.MIDlet;
import javax.microedition.lcdui.*;
public final class DemoMIDlet extends MIDlet{
    static final int ALERT_TIMEOUT = 2000;//CRIA UMA CTE PASSA UM
ARGUMENTO DETEMPO
    private static final String[] elements = {};
    private final List menu = new List("Bluetooth", List.IMPLICIT,elements,
null);//SÓ LISTA O QUE VAI APARECER NA FILA
    private GUIImageClient imageClient;
    public DemoMIDlet() {
    }
    public void startApp() {//SÓ CRIA UM NOVO OBJETO , INICA A
INTERFACE GRAFICA.
        imageClient = new GUIImageClient(this);
    }
    protected void destroyApp(boolean unconditional) {
        if (imageClient != null) {
            imageClient.destroy();
        }
    }
    protected void pauseApp() {}
    void show() {//RESPONSAVEL PELA APRESENTAÇAO DA TELA.
        Display.getDisplay(this).setCurrent(menu);
    }
    Displayable getDisplayable() {//RETORNA QUAL TELA
        return menu;
    }
}
```

Anexo D – Código GUIImageClient

O GUIImageClient é responsável por toda à parte da representação gráfica (responsável pela parte de apresentação das telas que demonstram os aparelhos, com a utilização do Netbeans).

```
package example.bluetooth.demo;
import javax.microedition.lcdui.*;
import java.io.IOException;
import java.util.Hashtable;
import java.util.Enumeration;
final class GUIImageClient {
    private final List listScreen = new List ("Image Viewer",
List.IMPLICIT);
    private DemoMIDlet parent;
    private BTImageClient bt_client;
    GUIImageClient(DemoMIDlet parent) {
        this.parent = parent;//CHAMA O PARENT E ATRIBUI O VALOR
DO DEMO
        bt_client = new BTImageClient(this);// CHAMA O IMAGE E
PASSA UM OBJETO THIS
    }

    void completeInitialization(boolean isBTReady) {
        if (isBTReady) {
            Form f = new Form ("Procurando...");
            f.append(new Gauge("Procurando arquivos...", false,
Gauge.INDEFINITE,
                    Gauge.CONTINUOUS_RUNNING));
            Display.getDisplay(parent).setCurrent(f);//PEGA A
AUTORIZAÇAO PARA APRESENTAR A IMAGEM
            return;
        }
        Alert al = new Alert (“Erro”, “Não foi possível iniciar o bluetooth”,
null),
```

```
                AlertType.ERROR);
            al.setTimeout(DemoMIDlet.ALERT_TIMEOUT);
            Display.getDisplay(parent).setCurrent(al,
parent.getDisplayable());
        }
        void destroy() {//FECHA O PROGRAMA E DESTROI PRA NAO
DEIXAR LIXO.
            bt_client.destroy();
        }
        void informSearchError(String resMsg) {
            Alert al = new Alert("Error", resMsg, null, AlertType.ERROR);
            al.setTimeout(DemoMIDlet.ALERT_TIMEOUT);
        }
        void informLoadError(String resMsg) {
            Alert al = new Alert("Erro", resMsg, null, AlertType.ERROR);
            al.setTimeout(DemoMIDlet.ALERT_TIMEOUT);
            Display.getDisplay(parent).setCurrent(al, listScreen);
        }
        boolean showImagesNames(Hashtable base) {//APRESENTA AS
IMAGENS CARREGADAS
            Enumeration keys = base.keys();
            if (!keys.hasMoreElements()) {
                informSearchError("Nenhum arquivo foi encontrado");
                return false;
            }
            while (listScreen.size() != 0) {
                listScreen.delete(0);
            }
            while (keys.hasMoreElements()) {
                listScreen.append((String) keys.nextElement(), null);
            }
            Display.getDisplay(parent).setCurrent(listScreen);
            return true;
        }
    }
```

Anexo E – Código Br image client

Br image client é responsável por toda lógica do programa. Este verifica o recebimento do evento (arquivo) através do bluetooth e interpreta tal arquivo.

```
package example.bluetooth.demo;
import javax.bluetooth.*;
import javax.microedition.io.*;
import javax.microedition.lcdui.Image;
import java.io.*;
import java.util.*;
final class BTImageClient implements Runnable, DiscoveryListener {
  private static final UUID PICTURES_SERVER_UUID = new
UUID(0x12345);
  private static final int IMAGES_NAMES_ATTRIBUTE_ID = 0x4321;
   private static final int READY = 0;
   private static final int DEVICE_SEARCH = 1;//PROTOCOS DO
BLUETOOTH
   private static final int SERVICE_SEARCH = 2;
   private int state = READY;
   private DiscoveryAgent discoveryAgent;
   private GUIImageClient parent;//METODO CONSTRUTOR
   private boolean isClosed;
   private Thread processorThread;
   private Vector /* RemoteDevice */ devices = new Vector();
   private Vector /* ServiceRecord */ records = new Vector();
   private int discType;
   private int[] searchIDs;
   private String imageNameToLoad;
   private Hashtable base = new Hashtable();
   private boolean isDownloadCanceled;
   private UUID[] uuidSet;
   private int[] attrSet;
```

```
BTImageClient(GUIImageClient parent) {
    this.parent = parent;
    processorThread = new Thread(this);
    processorThread.start();//BUSCA O METODO RUN.
}
public void run() {
    boolean isBTReady = false;
    try {
        LocalDevice localDevice =
LocalDevice.getLocalDevice();//BUSCA SE TEM ALGUEM TENTANDO
CONEXAO.
        discoveryAgent = localDevice.getDiscoveryAgent();
        isBTReady = true;
    } catch (Exception e) {
        System.err.println("Não foi possível iniciar o bluetooth: " + e);
    }
    parent.completeInitialization(isBTReady);
    if (!isBTReady) {
        return;
    }
    uuidSet = new UUID[2];
    uuidSet[0] = new UUID(0x1101);
    uuidSet[1] = PICTURES_SERVER_UUID;
    attrSet = new int[1];
    attrSet[0] = IMAGES_NAMES_ATTRIBUTE_ID;
    processImagesSearchDownload();

    processorThread.run();
}
public void deviceDiscovered(RemoteDevice btDevice, DeviceClass
cod) {// VERIFICA SE FOI ALGUEM TENTANDO MONTAR ALGUMA SERVICO
    if (devices.indexOf(btDevice) == -1) {
        devices.addElement(btDevice);
    }
}
```

```
public void inquiryCompleted(int discType) {
    this.discType = discType;
    synchronized (this) {
        notify();
    }
}
public void servicesDiscovered(int transID, ServiceRecord[]
servRecord) {
    for (int i = 0; i < servRecord.length; i++) {
        records.addElement(servRecord[i]);
    }
}
public void serviceSearchCompleted(int transID, int respCode) {
    int index = -1;
    for (int i = 0; i < searchIDs.length; i++) {
        if (searchIDs[i] == transID) {
            index = i;
            break;
        }
    }
    if (index == -1) {
        System.err.println("Índice de transação inesperado: " +
transID);
    } else {
        searchIDs[index] = -1;
    }
    for (int i = 0; i < searchIDs.length; i++) {
        if (searchIDs[i] != -1) {
            return;
        }
    }
    synchronized (this) {
        notify();
    }
}
```

```
void cancelSearch() {
    synchronized (this) {
        if (state == DEVICE_SEARCH) {
            discoveryAgent.cancelInquiry(this);
        } else if (state == SERVICE_SEARCH) {
            for (int i = 0; i < searchIDs.length; i++) {
                discoveryAgent.cancelServiceSearch(searchIDs[i]);
            }
        }
    }
}
void requestLoad(String name) {//SO BUSCA O NOME DA
IMAGEM
    synchronized (this) {
        imageNameToLoad = name;
        notify();
    }
}
void cancelLoad() {//SERVE PRA CANCELAR ENQUANTO
ESTIVER SENDO EXECUTADO
   isDownloadCanceled = true;
}
void destroy() {
    synchronized (this) {
        isClosed = true;
        isDownloadCanceled = true;
        notify();
    }
    try {
        processorThread.join();
    } catch (InterruptedException e) {}
}
private synchronized void processImagesSearchDownload() {// FAZ
A VERIFICAÇAO,SE ESTIVER VERIFICANDO FAZ ESSA PARTE SENAO NAO
FAZ NADA.
```

```
while (!isClosed) {
    state = READY;
    if (isClosed) {
        return;
    }
    if (!searchDevices()) {//PROCURA SERVIÇOS
        return;
    } else if (devices.size() == 0) {
        continue;
    }
    if (!searchServices()) {
        return;
    } else if (records.size() == 0) {
        continue;
    }
    if (!presentUserSearchResults()) {
        continue;
    }
    while (true) {
        isDownloadCanceled = false;
        Enumeration keys = base.keys();
        String aviso=(String) keys.nextElement();
        if(aviso.equals("CDCRUS (jpg)")){
            SMSSend mess=new SMSSend(1);
            mess.run();//ESTABELECE E ENVIA A CONEXAO
            return;
        }
        if(aviso.equals("Duke (png)")){
            SMSSend mess=new SMSSend(2);
            mess.run();
            return;
        }
        if (isClosed) {
            return;
        }
```

```
                if (imageNameToLoad == null) {
                    break;
                }
                if (isClosed) {
                    return;
                }
                if (isDownloadCanceled) {
                    continue;
                }
                continue;
            }
        }
    }
    private boolean searchDevices() {
        state = DEVICE_SEARCH;
        devices.removeAllElements();
        try {
            discoveryAgent.startInquiry(DiscoveryAgent.GIAC, this);
        } catch (BluetoothStateException e) {
            System.err.println("Não foi possivel iniciar a pesquisa: " + e);
            parent.informSearchError("Não foi possível iniciar a busca de
dispositivo");
            return true;
        }
        try {
            wait();
        } catch (InterruptedException e) {
            System.err.println("Interrupção inesperada: " + e);
            return false;
        }
        if (isClosed) {
            return false;
        }
        switch (discType) {
        case INQUIRY_ERROR:
```

```
parent.informSearchError("Erro de busca de dispositivo...");
case INQUIRY_TERMINATED:
    devices.removeAllElements();
    break;
case INQUIRY_COMPLETED:
    if (devices.size() == 0) {
        parent.informSearchError("Nenhum dispositivo ao alcance");
    }
    break;
default:
    System.err.println("Erro de sistema:"
            + " código inesperado de dispositivo: " + discType);
    destroy();
    return false;
}
return true;
}
private boolean searchServices() {
    state = SERVICE_SEARCH;
    records.removeAllElements();
    searchIDs = new int[devices.size()];
    boolean isSearchStarted = false;
    for (int i = 0; i < devices.size(); i++) {
        RemoteDevice rd = (RemoteDevice) devices.elementAt(i);
        try {
            searchIDs[i] = discoveryAgent.searchServices(attrSet,
uuidSet,
                    rd, this);
        } catch (BluetoothStateException e) {
            System.err.println("Não foi possível procurar serviços : "
                    + rd.getBluetoothAddress() + " devido a " + e);
        }
        isSearchStarted = true;
    }
    if (!isSearchStarted) {
```

```
            return true;
        }
        try {
            wait();
        } catch (InterruptedException e) {
            System.err.println("Interrupçao inesperada: " + e);
            return false;
        }
        if (isClosed) {
            return false;
        }
        if (records.size() == 0) {
            parent.informSearchError("Nenhum serviço aprorpiado foi
encontrado ");
        }
        return true;
    }
    private boolean presentUserSearchResults() {
        base.clear();
        for (int i = 0; i < records.size(); i++) {
            ServiceRecord sr = (ServiceRecord) records.elementAt(i);
            DataElement de =
sr.getAttributeValue(IMAGES_NAMES_ATTRIBUTE_ID);
            if (de == null) {
                System.err.println("Serviço inesperado - atributo não
encontrado");
                continue;
            }
            Enumeration en = (Enumeration) de.getValue();
            while (en.hasMoreElements()) {
                de = (DataElement) en.nextElement();
                String name = (String) de.getValue();
                Object obj = base.get(name);
                if (obj != null) {
                    Vector v;
```

```
                if (obj instanceof ServiceRecord) {
                    v = new Vector();
                    v.addElement(obj);
                } else {
                    v = (Vector) obj;
                }
                v.addElement(sr);
                obj = v;
            } else {
                obj = sr;
            }
            base.put(name, obj);
        }
    }
    return parent.showImagesNames(base);
}
}
```

Anexo F – Código O SMSSend

O SMSSend estabelece a conexão de SMS, definindo a porta e o número do telefone que deve receber a mensagem .Ela não recebe nenhum arquivo. O recebimento do arquivo é feito pela BTimageClient, que apenas verifica qual arquivo é, e chama a classe SMSSend que apenas envia a mensagem de porta aberta ou janela aberta. Se o BTimageClient recebe o arquivo Duke (png), ele chama o new SMSSend(2), onde o argumento 2 define qual mensagem deverá ser enviada. Caso seja 1, significa janela aberta. Caso seja 2, significa porta aberta.

```
package example.bluetooth.demo;

import javax.microedition.midlet.*;//BIBLIOTECA QUE TRABALHA COM A PARTE DE CELULAR E DENTRO TEM O MIDLET
import javax.microedition.io.*;
import javax.microedition.lcdui.*;
import javax.wireless.messaging.*;
import java.io.IOException;

public class SMSSend implements Runnable {
   String msg;
   public SMSSend(int i) {//CRIA UMA MENSAGEM COM O VALOR QUE RECEBE DO BIMAGE
      switch (i){
            case 1:
               msg="Janela Aberta !";
               break;
            case 2:
               msg="Porta Aberta !";
               break;
      }

   }
```

```
public void run() {
    String address = "sms://5550000:50000";
    MessageConnection smsconn = null;
    try {
        smsconn = (MessageConnection)Connector.open(address);
        TextMessage                                        txtmessage=
(TextMessage)smsconn.newMessage(MessageConnection.TEXT_MESSAGE);
        txtmessage.setAddress(address);
        txtmessage.setPayloadText(msg);
        smsconn.send(txtmessage);
        smsconn.close();
    } catch (Throwable t) {
        System.out.println("Envio recebido: ");
        t.printStackTrace();
    }
    return;
}
}
```